

AMPLIFIER

Vol. 1 No. 1 Tahun I, Nopember 2011

ISSN: 2089-2020

**Direct Field Oriented Control Pada Motor Induksi
Menggunakan Fuzzy Sliding Mode Controller***M. Khairul Amri Rosa***Reduksi Harmonik Pada Lampu Hemat Energi Dengan
Low Pass RC Filter***Wahri Sunanda, Ika Novia Anggraini***Identifikasi Jenis dan Lokasi Gangguan Hubung Singkat
Pada Saluran Transmisi Berbasis Wavelet***Asep Parlin, Irnanda Priyadi***Penggunaan FPGA Dengan Pemodelan VHDL
Untuk Implementasi Enkoder Konvolusi (2,1,6)
Pada Telemetry Channel Coding***Reza Satria Rinaldi***Perbandingan Penggunaan Metode Tabu Search dan
Dynamic Programming Dalam Pengoptimalan
Unit Commitment Pembangkit Thermal***Nia Lidiawati, Anizar Indriani*

Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro dan Komputer

AMPLIFIER

Pelindung

Dekan Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

Penanggung Jawab

Ketua Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

Ketua Redaksi

M. Khairul Amri Rosa, S.T., M.T.

Anggota Redaksi

Yuli Rodiah, S.T., M.T.
Ika Novia Anggraini, S.T., M.Eng.

Mitra Bestari

Prof. Dr. Ir. Usman S. Baafai (Universitas Sumatera Utara)
Ir. Refdinal Nazir, M.S., Ph.D. (Universitas Andalas)
Ir. Juningtyastuti, M.T. (Universitas Diponegoro)
Alex Surapati, S.T., M.T. (Universitas Bengkulu)
Faisal Hadi, S.T., M.T. (Universitas Bengkulu)

Administrasi dan Kesekretariatan

Nur Wifda, A.Ma.

Penerbit

Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

Alamat Redaksi

Program Studi Teknik Elektro
Gedung Fakultas Teknik Universitas Bengkulu
Jalan W.R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38123
Telp. (0736) 344087, Fax. (0736) 22105
e-mail: jurnalamplifier@gmail.com

Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro dan Komputer

AMPLIFIER

Volume 1 Nomor 1 Tahun I, Nopember 2011

- Direct Field Oriented Control Pada Motor Induksi Menggunakan Fuzzy Sliding Mode Controller** 1

M. Khairul Amri Rosa

- Reduksi Harmonik Pada Lampu Hemat Energi Dengan Low Pass RC Filter** 7

Wahri Sundanda, Ika Novia Anggraini

- Identifikasi Jenis dan Lokasi Gangguan Hubung Singkat Pada Saluran Transmisi Berbasis Wavelet** 12

Asep Parlin, Irnanda Priyadi

- Penggunaan FPGA Dengan Pemodelan VHDL Untuk Implementasi Enkoder Konvolusi (2,1,6) Pada Telemetry Channel Coding** 18

Reza Satria Rinaldi

- Perbandingan Penggunaan Metode Tabu Search dan Dynamic Programming Dalam Pengoptimalan Unit Commitment Pembangkit Thermal** 23

Nia Lidiawati, Anizar Indriani

Identifikasi Jenis dan Lokasi Gangguan Hubung Singkat Pada Saluran Transmisi Berbasis Wavelet

Asep Parlin¹, Irnanda Priyadi²

¹Alumni Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bengkulu

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

ABSTRACT

Power transmission lines are the vital links that achieve the essential continuity of service of electrical power to the end users. Transmission lines connect the generating stations and load centers. As the generating stations are far away from the load centers they run over hundreds of kilometers. Hence, the chances of fault occurring in transmission lines are very high. One of the faults is short circuit fault. Since faults can destabilize the power system they must be isolated immediately. Fault analysis is very important issue in power system engineering in order that to clear faults quickly and restore power supply as soon as possible with minimum interruption. Signal processing is one of the most important parts of the digital distance protection schemes. The faulted phases identification is done by analyzing the detail coefficients of the phase currents. To distinguish ground faults from phase to phase ones, the analysis of the smooth coefficients of the neutral current can be used. This paper focus on the using of wavelet transformation to identify kinds and location of short circuit faults in power transmission lines.

Keywords: short circuit faults, ground faults, wavelet transformation.

1. LATAR BELAKANG

Saluran transmisi dari suatu sistem tenaga listrik harus mampu menjamin tersedianya energi listrik yang kontinu pada setiap beban yang terhubung pada sistem tersebut. Kontinuitas penyaluran tenaga listrik ini sering dihadapkan pada masalah gangguan yang timbul dalam sistem tenaga listrik. Salah satu gangguan tersebut adalah gangguan hubung singkat. Gangguan ini tidak dapat dihilangkan keberadaannya. Karena itu usaha yang dapat dilakukan adalah menghindari atau mencegah efek lanjutan akibat gangguan tersebut. Maka dari itu perlu dilakukan studi tentang gejala gangguan hubung singkat guna menghindari atau mencegah efek lanjutan akibat gangguan tersebut.

Metode penentuan lokasi gangguan hubung singkat pada sistem tenaga yang diperkenalkan sejauh ini, dapat

dikelompokkan secara luas ke dalam dua kategori : metode yang pertama berdasarkan pada komponen-komponen frekuensi daya, dan metode yang kedua berdasarkan atas sinyal-sinyal gangguan transien pada frekuensi yang lebih tinggi. Kategori yang kedua berkenaan dengan gelombang berjalan atau metode penentuan lokasi gangguan dengan sinyal berkecepatan sangat tinggi (*ultra high speed fault location*), dan penggunaannya mengacu pada teori gelombang berjalan.

Penggunaan teori gelombang berjalan untuk deteksi gangguan pertama kali diterapkan oleh Dommel dan Michels, dimana sebuah diskriminan (pola grafis) yang digambarkan berdasarkan pada gelombang tegangan dan arus transien digunakan untuk menentukan gangguan pada saluran transmisi. McLaren kemudian mengembangkan suatu hubungan teknis dimana hubungan silang antara nilai-nilai puncak kedatangan di titik pengukuran dari gelombang berjalan maju dan mundur digunakan untuk memperkirakan waktu tempuh sinyal-sinyal transien dari pemancar (sumber sinyal) ke titik gangguan.

Makalah ini menyajikan suatu metode pendekatan berdasarkan pada transformasi *wavelet* dari sinyal gangguan transien. Gangguan yang dihasilkan gelombang berjalan nampak seperti halnya gangguan yang terjadi pada sinyal frekuensi daya yang dicatat pemancar sinyal. Pengolahan sinyal-sinyal ini dengan menggunakan transformasi *wavelet* menyatakan waktu tempuh sinyal-sinyal tersebut diantara lokasi gangguan dan lokasi pemancar. Aplikasi lain dari transformasi *wavelet* adalah memecahkan masalah pengidentifikasian jenis gangguan yang terjadi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Transformasi Wavelet

Transformasi *wavelet* merupakan suatu transformasi linear yang hampir mirip dengan transformasi *Fourier*, dengan satu perbedaan penting: transformasi *wavelet* membolehkan penempatan waktu dalam komponen-komponen frekuensi yang berbeda dari sinyal yang diberikan. Transformasi *Fourier* waktu-singkat (*Sort Time Fourier Transform*), merupakan pengembangan dari transformasi *Fourier*. STFT menggunakan jendela modulasi yang besarnya tetap, ini

menyebabkan dilema karena jendela yang sempit akan memberikan resolusi frekuensi yang buruk dan sebaliknya jendela yang lebar akan menyebabkan resolusi waktu yang buruk. Hingga saat ini transformasi *Fourier* masih menjadi transformasi yang paling populer di area pemrosesan sinyal digital (PSD). Transformasi *Fourier* memberikan informasi frekuensi dari sebuah sinyal, tapi tidak informasi waktu (kapan frekuensi itu terjadi). Oleh karena itu transformasi *Fourier* hanya cocok untuk sinyal stationari (sinyal yang informasi frekuensinya tidak berubah menurut waktu).

Untuk menganalisa sinyal yang frekuensinya bervariasi di dalam waktu, diperlukan suatu transformasi yang dapat memberikan resolusi frekuensi dan waktu disaat yang bersamaan, biasa disebut analisis multi resolusi (AMR). AMR dirancang untuk memberikan resolusi waktu yang baik dan resolusi frekuensi yang buruk pada frekuensi tinggi suatu sinyal, serta resolusi frekuensi yang baik dan resolusi waktu yang buruk pada frekuensi rendah suatu sinyal. Transformasi *wavelet* memiliki beberapa keistimewaan unik yang membuatnya sangat cocok untuk aplikasi khusus ini. Tidak seperti fungsi-fungsi dasar yang digunakan dalam analisa *Fourier*, *wavelet* tidak hanya dibatasi pada frekuensi tapi juga pada waktu. Pembatasan atau penempatan ini memperhitungkan deteksi waktu dari kejadian gangguan-gangguan yang terjadi secara tiba-tiba, seperti gangguan transien. Aturan dari multi resolusi ini sangat berguna untuk menganalisa gangguan transien yang mengandung komponen-komponen frekuensi tinggi yang dilokalisasi pada sinyal-sinyal frekuensi daya.

Secara garis besar transformasi *wavelet* terbagi dua yaitu : transformasi *wavelet* kontinu dan transformasi *wavelet* diskrit.

Transformasi Wavelet Kontinu

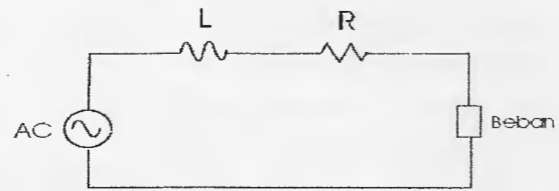
Cara kerja transformasi *wavelet* kontinu (TWK) adalah dengan menghitung konvolusi sebuah sinyal dengan sebuah jendela modulasi pada setiap waktu dengan setiap skala yang diinginkan. Jendela modulasi yang mempunyai skala fleksibel inilah yang biasa disebut induk *wavelet* atau fungsi dasar *wavelet*.

Transformasi Wavelet Diskrit

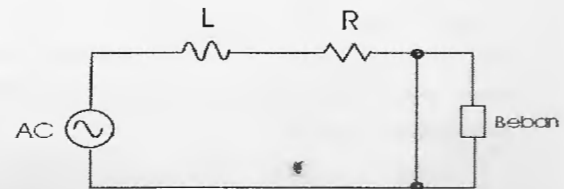
Dibandingkan dengan TWK, transformasi *wavelet* diskrit (TWD) dianggap relatif lebih mudah pengimplementasiannya. Prinsip dasar dari TWD adalah bagaimana cara mendapatkan representasi waktu dan skala dari sebuah sinyal menggunakan teknik pemfilteran digital dan operasi *sub-sampling*.

B. Analisa Gangguan Hubung Singkat

Misalkan suatu sistem transmisi sederhana saluran pendek. Sebelum gangguan terjadi, maka rangkaian ekuivalen rangkaian tersebut dapat dilihat seperti Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian ekuivalen sistem sebelum terjadi gangguan



Gambar 2. Rangkaian ekuivalen sistem saat terjadi gangguan

Pada keadaan ini, arus yang mengalir dalam sistem tersebut dapat direpresentasikan sebagai berikut:

$$I = \frac{V}{Z_{sal} + Z_{beban}} \quad (1)$$

dimana:

- I = Arus Saluran
- V = Tegangan sumber
- Z_{sal} = Impedansi Saluran (R dan L)
- Z_{beban} = Impedansi beban

Ketika terjadi gangguan hubung singkat, maka rangkaian sistem tersebut dapat terlihat seperti Gambar 2.

Terjadinya gangguan hubung singkat menyebabkan arus yang mengalir menuju beban terputus, sehingga arus hanya melewati saluran yaitu komponen L dan R, yang nilainya jauh lebih kecil dari impedansi beban ($Z_{sal} \ll Z_{beban}$) sehingga, hilangnya Z_{beban} dari sistem menyebabkan perhitungan gangguan menjadi:

$$I_f = \frac{V}{Z_{sal} + 0} = \frac{V}{Z_{sal}} \quad (2)$$

Nilai Z_{sal} yang sangat kecil menyebabkan arus yang mengalir pada sistem sangat besar.

Klasifikasi Gangguan Hubung Singkat

Klasifikasi gangguan dibedakan dari dua segi, yaitu:

1. Dari macamnya gangguan:

- Gangguan tiga fasa tanpa hubungan ke tanah.
- Gangguan tiga fasa melalui tahap hubung tanah
- Gangguan dua fasa tanpa hubungan ke tanah.
- Gangguan dua fasa ke tanah.
- Gangguan satu fasa ke tanah.

Gangguan tiga fasa ke tanah maupun tidak ke tanah merupakan jenis *symmetrical fault*. Gangguan satu fasa ke tanah dan dua fasa ke tanah adalah jenis *grounded fault*. Sedangkan gangguan dua fasa (fasa ke fasa)

masuk *ungrounded fault*, *grounded fault* dan *ungrounded fault* disebut juga *unsymmetrical fault*.

2. Dari lamanya waktu gangguan:

- Gangguan permanen.

Merupakan gangguan yang terjadi baru dapat dihilangkan atau diperbaiki setelah bagian yang terganggu itu diisolir dengan bekerjanya pemutus daya.

- Gangguan temporer.

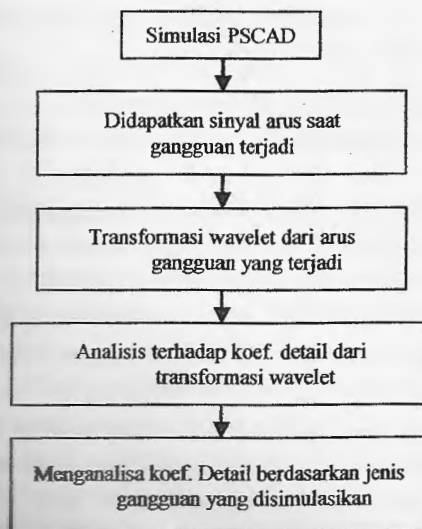
Merupakan gangguan yang terjadi dalam waktu yang singkat saja dimana kemudian sistem kembali pada keadaan normal.

3. METODE PENELITIAN

A. Penentuan Jenis Gangguan Hubung Singkat

Deskriminasi tipe gangguan hubung singkat dilakukan dengan menggunakan transformasi *wavelet* yang merupakan bagian *toolbox software* Matlab 7.0.1. Ada beberapa tahap yang dilakukan untuk mendapatkan suatu diskriminasi tipe gangguan hubung singkat pada saluran transmisi yang kemudian dapat diimplementasikan sebagai *fault classifier*. Tahapan tersebut secara garis besar akan diperlihatkan pada diagram Gambar 3.

Penelitian dimulai dengan simulasi macam-macam gangguan dengan beberapa variasi keadaan sistem, kemudian hasil simulasi tersebut akan di *wavelet* kan. Sebelumnya untuk menjadi input *wavelet*, sinyal arus gangguan harus dikonveriksan menjadi *m.files (*.m)* dan kemudian diubah menjadi *mat.files (*.mat)*. Dengan menggunakan transformasi *wavelet* diskrit (TWD) maka didapatkan kurva *wavelet transform coefficient* (WTC) dan nilai detail maksimumnya. Nilai detail dari WTC ini akan ditinjau terhadap jenis simulasi gangguan yang dilakukan.



Gambar 3. Tahapan penentuan jenis gangguan

B. Penentuan Lokasi Gangguan Hubung Singkat

Untuk menentukan lokasi gangguan hubung singkat, dapat kita lakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$x = \frac{v \times \Delta t}{2} \quad (3)$$

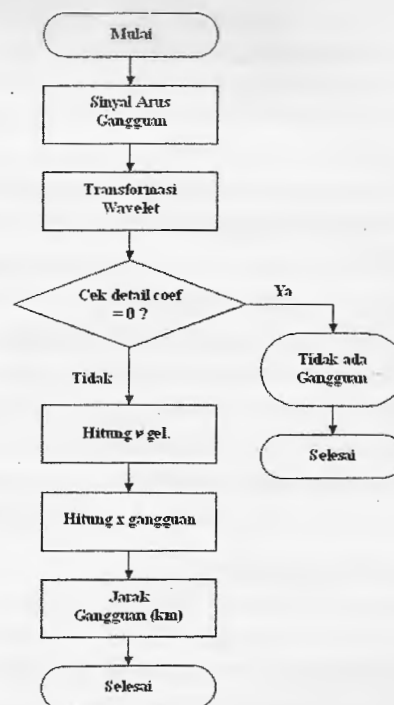
Dimana v adalah kecepatan gelombang gangguan pada sisi yang ditinjau dan nilainya dapat ditentukan dari persamaan:

$$v = \frac{s}{(t - 0,1)} \quad (4)$$

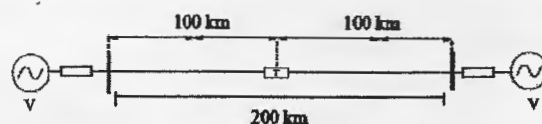
Nilai s merupakan jarak sisi transmisi yang ditinjau/di-monitoring dan t adalah waktu saat puncak maksimum gelombang WTC yang dihasilkan. Nilai 0,1 menunjukkan waktu terjadinya gangguan pada saluran yaitu pada saat 0,1 s dari waktu *start* simulasi. Δt pada Persamaan (3) adalah selisih antara waktu lamanya simulasi yang dilakukan (dalam hal ini simulasi dilakukan dengan $t = 0.5$ s) dengan waktu saat puncak maksimum gelombang WTC yang diperoleh.

C. Flowchart Algoritma

Diagram alir (*flowchart*) algoritma yang dipergunakan dalam analisis diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Algoritma analisis



Gambar 5. Model sistem yang digunakan pada simulasi



Keterangan:

FT1: Pemvariasi tipe gangguan posisi 1

F1: Lokasi gangguan 1 (30km dari substation 1).

Gambar 6. Gambar rangkaian simulasi PSCAD

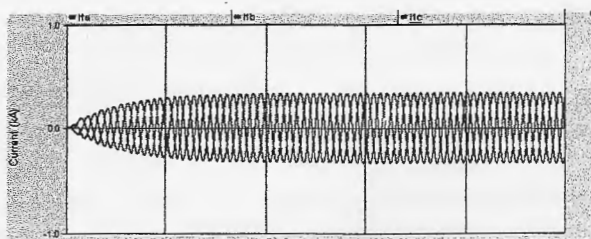
D. Bahan Penelitian

Untuk simulasi gangguan hubung singkat dilakukan dengan menggunakan software PSCAD (*Power System Computer Aided Design*) dan MATLAB 7.0.1

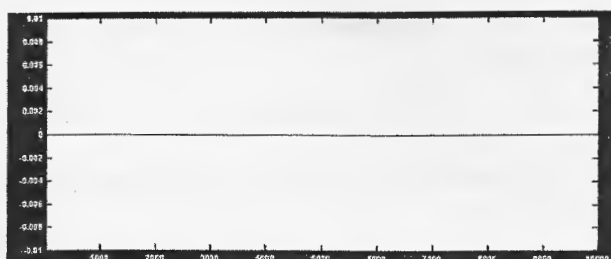
E. Pemodelan Rangkaian dengan PSCAD

Power System Computer Aided Design (PSCAD) 4.2.0 digunakan untuk mengukur sinyal-sinyal transien dalam sistem tenaga. Gambar 5 menunjukkan model sistem yang akan digunakan dalam simulasi. Sebuah model bertipe *double ended source*, digunakan untuk model saluran transmisi.

Simulasi gangguan dilakukan pada suatu sistem transmisi yang terinterkoneksi dengan dua sumber thevenin 230 kV, 100 MVA, dan frekuensi 50 Hz dan dengan saluran 200 km. Gambar rangkaian yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 6 yang disimulasikan menggunakan software PSCAD 4.2.0.



Gambar 7. Gelombang arus tanpa gangguan



Gambar 8. Detail wavelet tanpa gangguan

Lokasi gangguan hubung singkat divariasikan menjadi 4 lokasi dengan 2 sisi monitoring (substation 1 dan substation 2) yaitu 30 km dari substation 1; 50 km dari substation 1; 25 km dari substation 2; dan 35 km dari substation 2.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Simulasi Tanpa Gangguan

Gambar 7 menunjukkan tampilan gelombang arus saat kondisi sistem normal (tanpa gangguan).

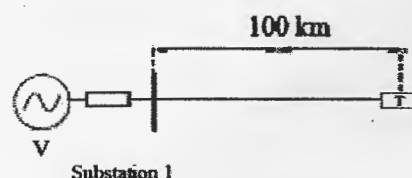
Gambar 8 menunjukkan keluaran transformasi *wavelet* diskrit berupa detail saat sistem beroperasi dalam kondisi normal. Detail *wavelet* yang diperoleh bernilai nol.

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa detail *wavelet* yang dihasilkan adalah bernilai nol. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi sistem yang disimulasikan dalam keadaan tanpa gangguan.

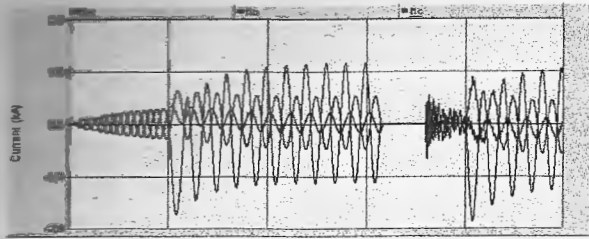
B. Hasil Simulasi Gangguan Hubung Singkat

Berikut ini akan ditunjukkan hasil simulasi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah (fasa A-g) dan dua fasa ke tanah (fasa BC-g) dengan lokasi gangguan 30 km dari substasion 1 (Gambar 9).

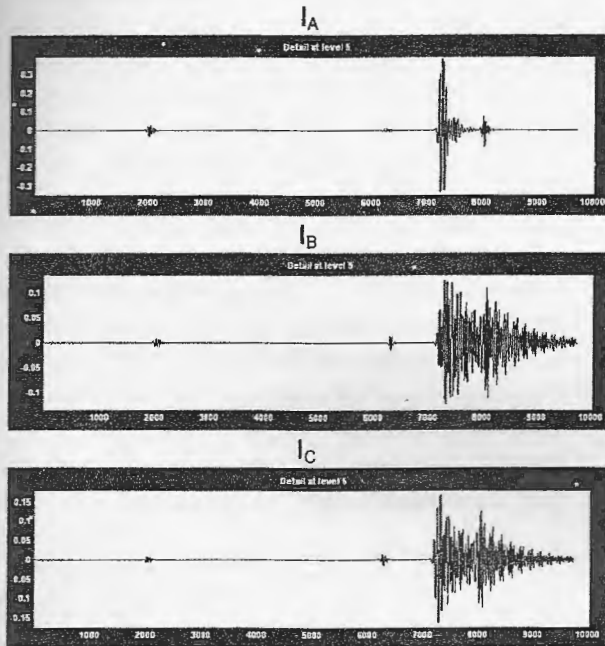
Sinyal transien gangguan (sinyal arus fasa-tanah) yang terukur dari *substaion* 1 dengan waktu gangguan di set 0,1 sekon dan lamanya simulasi gangguan selama 0,5 sekon diperlihatkan Gambar 10.



Gambar 9. Substation 1



Gambar 10. Grafik sinyal fasa-tanah untuk gangguan A-g sejauh 30 km dari Substation 1



Gambar 11. Detail wavelet (WTC) gangguan A-g

Sinyal pada Gambar 10 akan menjadi input untuk transformasi *wavelet* diskrit. Gambar 10 memperlihatkan hasil *waveletisasi* (WTC) dengan induk wavelet *deubechies-5* (db5).

Gambar 11 menunjukkan hasil *waveletisasi* dari sinyal gangguan A-g sejauh 30 km dari *substation* 1. Dari grafik WTC tersebut dapat ditentukan nilai detail *wavelet* dari setiap fasa dari arus gangguannya, yaitu:

$$I_a = 0,3831 \text{ A}, I_b = 0,1236 \text{ A}, I_c = 0,1599 \text{ A}$$

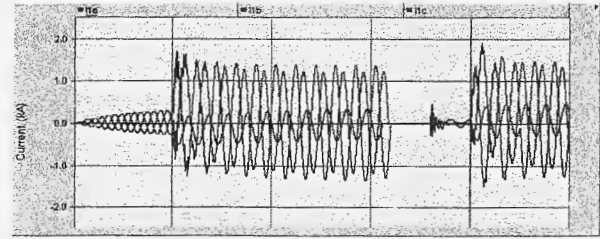
Dapat dilihat bahwa nilai detail *wavelet* fasa terganggu (fasa A) lebih besar dibandingkan dengan fasa yang tidak terganggu.

Puncak WTC maksimum fasa A terjadi pada *sampling* ke 7263,1 atau dengan waktu $t = 0,3604 \text{ s}$. maka nilai v gelombang dapat ditentukan dengan Persamaan (4).

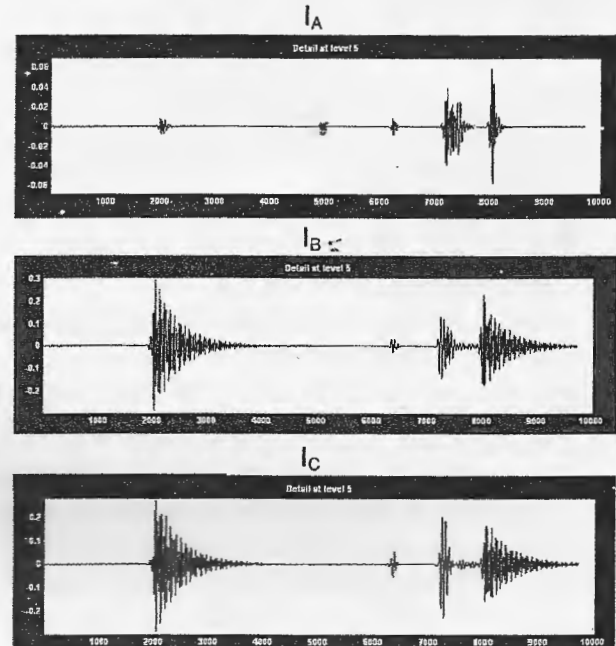
$$v = \frac{100}{(0,3604 - 0,1)} = 384,02 \text{ km/s}$$

Dan jarak lokasi gangguan dapat ditentukan dengan Persamaan (3).

$$x = \frac{384,02 \text{ km/s} \times (0,5 - 0,3604) \text{ s}}{2} = 26,7 \text{ km}$$



Gambar 12. Grafik sinyal fasa-tanah untuk gangguan BC-g sejauh 30 km dari Substation 1



Gambar 13. Detail wavelet gangguan BC - g

Sedangkan grafik sinyal untuk gangguan dua fasa ke tanah (fasa BC-g) sejauh 30 km Dari *Substation* 1 diperlihatkan Gambar 12.

Gambar 13 menunjukkan hasil *waveletisasi* dari sinyal gangguan BC-g sejauh 30 km dari *substation* 1. Dari grafik WTC tersebut dapat ditentukan nilai detail *wavelet* dari setiap fasa dari arus gangguannya, yaitu:

$$I_a = 0,0586 ; I_b = 0,2289 ; I_c = 0,1636$$

Dapat dilihat bahwa nilai detail *wavelet* fasa terganggu (fasa B dan C) lebih besar dibandingkan dengan fasa yang tidak terganggu. Dan nilai detail fasa B memiliki nilai tertinggi, maka WTC fasa B digunakan sebagai acuan penentuan lokasi gangguan.

Puncak WTC maksimum fasa B terjadi pada *sampling* ke 8026,7 atau dengan waktu $t = 0,3666 \text{ s}$. maka nilai v gelombang dapat ditentukan dengan Persamaan (4).

$$v = \frac{100}{(0,3666 - 0,1)} = 375,09 \text{ km/s}$$

Dan jarak lokasi gangguan dapat ditentukan dengan Persamaan (3).

$$x = \frac{375,09 \cdot (0,5 - 0,3666)}{2} = 25,02 \text{ km}$$

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab IV, maka dapat disimpulkan:

1. Performa transformasi *wavelet* dalam identifikasi gangguan hubung singkat memperlihatkan bahwa detail *wavelet* fasa yang terganggu lebih besar dibandingkan dengan fasa sehat.
2. Lokasi gangguan hubung singkat dapat diperoleh dari perbedaan waktu antara datangnya puncak gelombang WTC fasa terganggu dengan lamanya waktu simulasi gangguan hubung singkat dikalikan dengan kecepatan rambat gelombang pada *substation* yang di *monitoring*.
3. Ketelitian perhitungan lokasi gangguan adalah sekitar 0,039 % – 48,057 % tergantung jarak lokasi gangguan.
4. Keakuratan perhitungan gangguan hubung singkat tidak dipengaruhi oleh jenis gangguan.

REFERENSI

- [1] B. Ravindhranath Reddy, M. Vijay Kumar, "Detection & Localization Of Faults In Transmission Lines Using Wavelet Transforms (Coif Let & Mexican Hat)", Journal of Theoretical and Applied Information Technology, hal. 99-104. 2005.
- [2] C.H. Kim, R. Aggarwal, "Wavelet Transform in Power System: I. General Introduction to The Wavelet Transform" Power Engineering Journal, Vol.14, Issue. 2, hal. 81 – 87, April 2000.
- [3] E. El-Hawary Mohamed, "Electrical Power System Design and Analysis", IEE Press power System Engineering Series, Halifax, New York, 1982.
- [4] F. H. Magnago, A. Abur, "Fault location using wavelets", IEEE Trans. Power Del., vol. 13, no. 4, hal. 1475-1480, Oktober 1998.
- [5] K. Harish Kashyap, "Classification Of Power System Faults Using Wavelet Transform And Probabilistic Neural Network" IEEE, hal. 423-426. 2003.
- [6] Rana Abdul Jabbar Khan. "Decomposition of Power Systems Harmonics Using Wavelet Technique", Electrical Energy and Control Systems, RMIT University, Melbourne, Australia.
- [7] P. Makming, S. Bunjongit, "Fault Diagnosis In Transmission Lines Using Wavelet Transform Analysis", Department of Electrical Engineering, King Mongkut's Institute of Technology, Ladkrabang. hal. 2246-2250.

Petunjuk Penulisan Artikel Jurnal Amplifier

Penulis 1¹, Penulis 2²

¹Nama Institusi Penulis Pertama, e-mail

²Nama Institusi Penulis Kedua, e-mail

ABSTRAK

Abstrak berisi tidak lebih dari 200 (dua ratus) kata, ditulis dalam satu paragraf dan diikuti dengan paling sedikit 3 (tiga) buah kata kunci.

1. PENDAHULUAN

Jurnal Amplifier diterbitkan 2 (dua) kali dalam satu tahun pada setiap bulan April dan Oktober. Draft naskah harus sudah diterima redaksi dua bulan sebelum waktu penerbitan. Naskah yang akan diharuskan mengikuti petunjuk penulisan yang ditetapkan. Artikel harus karya asli penulis dan belum pernah diterbitkan pada media apapun.

2. FORMAT PENULISAN

A. Struktur Artikel

Setiap artikel harus dituliskan menggunakan bahasa Indonesia atau bahasa Inggris baku yang sesuai dengan kaidah tata bahasa. Bagian utama dari artikel terdiri atas:

1. Abstrak
2. Pendahuluan
3. Kerangka teoritis dan pengembangan hipotesis
4. Metode riset
5. Hasil dan pembahasan
6. Penutup

B. Pengesetan Halaman

Naskah artikel diterima dalam bentuk *softcopy* yang ditulis maksimal 8 (delapan) halaman dengan ukuran kertas A4 dalam format MS Office Word 2003 (.doc). Batas-batas tepi halaman sebagai berikut:

1. Tepi atas : 25 mm
2. Tepi bawah, kiri, dan kanan : 20 mm
3. Jarak antar kolom : 8 mm

C. Pengaturan Teks

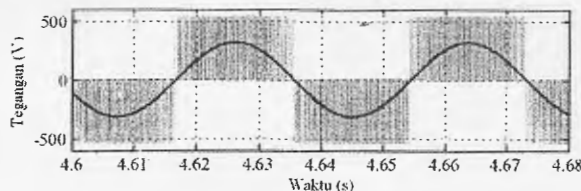
Naskah dituliskan dengan jarak antar baris 1,15 spasi menggunakan huruf Times New Roman dengan format sesuai dengan Tabel 1.

D. Tabel dan Gambar

Tabel dan gambar diletakkan di tengah kolom dan diberi nomor dan judul. Tabel dan gambar harus disajikan dalam satu kolom kecuali merupakan bagian yang sangat penting dan hanya dapat ditampilkan dalam halaman penuh. Tabel 1 memperlihatkan contoh penyajian tabel. Contoh penyajian gambar seperti diperlihatkan Gambar 1.

TABEL 1
ATURAN PEMFORMATAN TEKS

Pengaturan	Ukuran	Format
Judul	18 pt	Plain, center, title-case
Nama penulis	12 pt	Plain, center
Institusi	10 pt	<i>Italic</i> , center
Judul bagian	11 pt	Bold , small-caps, center
Judul subbagian	10 pt	Bold , numbered
Abstrak	10 pt	Bold , justified
Isi	10 pt	Plain, justified
Judul tabel	9 pt	Plain, small-caps
Judul gambar	9 pt	Plain, bottom-left
Referensi	9 pt	Plain, numbered



Gambar 1. Bentuk gelombang tegangan *output* inverter

E. Persamaan Matematika

Setiap persamaan harus dituliskan menggunakan Microsoft Equation 3.0. Nomor persamaan dituliskan dalam tanda kurung pada sisi kanan kolom. Sangat diharapkan untuk tidak menggunakan *equation editor default* MS Office Word 2007.

$$V_t = e_a + R_a i_a + L_a \frac{di_a}{dt} \quad (1)$$

F. Kutipan dan Sumber Pustaka

Kutipan langsung atau pernyataan yang diacu dari suatu referensi harus mencantumkan sumber pustaka yang diacu dalam bentuk nomor indeks referensi dalam tanda kurung siku [1]. Nomor indeks referensi diurutkan berdasarkan kemunculan pada tulisan [1-3].

REFERENSI

- [1] Stephen J. Chapman, "Electric Machinery Fundamentals", Edisi keempat, McGraw-Hill, New York, 2005.
- [2] N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins, "Power Electronics: Converters, Applications and Design", Edisi kedua, John Wiley & Son Inc., New York, 1995.
- [3] A. Oliveira, A. Lima, dan C. Jacobina, "Varying the Switching Frequency to Compensate the Dead-time in Pulse-Width Modulated Voltage Source Inverter", IEEE Trans. on Power Electronics, hal. 244-249, 2002.